



EST/FR03/01965  
10/510012  
REC'D 16 SEP 2003  
WIPO PGT

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 30 MAI 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr

BEST AVAILABLE COPY



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 540 W / 260899

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>25 JUIN 2002</b> LIEU <b>75 INPI PARIS B</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI <b>0207894</b> DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>25 JUIN 2002</b>		<b>1</b> NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE <b>BREVATOME</b> <b>3, rue du Docteur Lancereaux</b> <b>75008 PARIS</b> <b>422-5/S002</b>	
Vos références pour ce dossier (facultatif) <b>B 14174.3 GB DD 2368</b>			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2</b> NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	Date
Demande de brevet initiale		N°	Date
<b>3</b> TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) <b>IMAGEUR POUR ULTRA VIOLET</b>			
<b>4</b> DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5</b> DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE	
Prénoms			
Forme juridique		Etablissement Public de Caractère Scientifique, Technique et Industriel	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse		Rue 31-33, rue de la Fédération	
		Code postal et ville 75752 PARIS 15ème	
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			


**BREVET D'INVENTION**  
**CERTIFICAT D'UTILITÉ**

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES DATE <b>29 JUIN 2002</b> LIEU <b>75 INPI PARIS B</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0207894</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	DB 540 W / 260899
<b>Vos références pour ce dossier :</b> <i>(facultatif)</i>		<b>B 14174.3 GB DD 2368</b>	
<b>6 MANDATAIRE</b>			
Nom		BRYKMAN	
Prénom		Georges	
Cabinet ou Société		BREVATOME 422-5/S002	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		PG 7068	
Adresse	Rue	3, rue du Docteur Lancereaux	
	Code postal et ville	75008	PARIS
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		01 53 83 94 00	
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		01 45 63 83 33	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		brevets.patents@brevalex.com	
<b>7 INVENTEUR (S)</b>			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Païement échelonné de la redevance		Païement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence)</i> :	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)  G. BRYKMAN		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI M. ROCHET	

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**

Page suite N° 1... / 1..

REMISE DES PIÈCES  
DATE **25.06.2002**  
LIEU  
N° D'ENREGISTREMENT  
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

Réservé à l'INPI

**02 07894**

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 829 W / 260899

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>		<b>B 14174/GB DD2368/CNRS</b>	
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b> <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b> <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b> <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation	
		Date	/ / N°
		Pays ou organisation	
		Date	/ / N°
		Pays ou organisation	
		Date	/ / N°
<b>5 DEMANDEUR</b>			
Nom ou dénomination sociale		CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE	
Prénoms			
Forme juridique			
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	3 rue Michel Ange	
	Code postal et ville	75794	PARIS CEDEX 16
Pays		FRANCE	
Nationalité		FRANCAISE	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			
<b>6 DEMANDEUR</b>			
Nom ou dénomination sociale			
Prénoms			
Forme juridique			
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Pays			
Nationalité			
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE</b> <b>OU DE L'INPI</b>	
G. BRYKMAN 422-5 S/002			

## IMAGEUR POUR ULTRAVIOLET.

### DESCRIPTION

#### DOMAINE TECHNIQUE

5           L'invention se situe dans le domaine des  
capteurs photosensibles, en particulier dans le domaine  
des longueurs d'onde ultraviolettes soit environ entre  
10 et 400 nm. Ces capteurs comportent une couche  
éventuellement composée de plusieurs sous-couches d'un  
10 matériau photosensible convertissant les photons en  
charges électriques. Ces capteurs peuvent se présenter  
sous forme isolée ou sous forme d'un ensemble de  
capteurs constituant ensemble un imageur.

#### ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

15           Un capteur photosensible délivre un signal  
électrique dont l'amplitude est, dans une plage de  
fonctionnement, une fonction monotone croissante de  
l'intensité de la lumière qu'il reçoit. Les capteurs  
sont en général disposés sous forme de capteurs isolés  
20 destinés à détecter la présence de rayonnement UV ou  
d'un ensemble destiné à faire de l'imagerie UV. Une  
matrice comportant plusieurs lignes et colonnes est  
employée dans la plupart des dispositifs de formation  
d'image. D'autres configurations sont connues, en  
25 particulier des configurations dans lesquelles les  
pixels sont arrangés en structures polygonales, c'est à  
dire des structures dans lesquelles les centres des  
pixels occupent les uns par rapport aux autres les  
sommets de polygones, par exemple des triangles ou des

pentagones ou des hexagones réguliers. Ces structures polygonales sont employées en particulier pour augmenter le nombre de pixels par unité de surface ou pour réaliser des groupements de pixels sensibles à  
5 différentes longueurs d'onde. Les capteurs individuels constituant ensemble un imageur sont couramment appelés "pixels" parce que chaque capteur délivre alors un signal électrique correspondant à un pixel d'une image à former.

10 Les références des documents de l'art antérieur qui seront cités dans la demande sont rappelées en fin de description avec le numéro entre crochets qui leur est attribué dans la présente description.

15 L'article de référence [1] fait un état des différents détecteurs à UV existants.

Conventionnellement, les détecteurs à semiconducteurs utilisés pour la détection dans l'UV sont des diodes P-I-N en silicium cristallin. Récemment, des matériaux de type GaAlN et SiC ont été  
20 utilisés pour réaliser des détecteurs UV insensibles à la lumière visible (visible-blind) et aux rayonnements solaires (solar-blind).

Le brevet US 5,682,037 [2], déposé en 1996, décrit un exemple de réalisation d'un capteur UV à base  
25 de SiC. Dans la description de l'art antérieur faite dans ce brevet, il est tout d'abord indiqué en début de la colonne 2 ce qui suit : "Les photodiodes en silicium cristallin ont une efficacité optimale dans la bande visible et elles ne peuvent être employées pour  
30 détecter l'UV qu'après des traitements optiques et mécaniques sophistiqués et coûteux. Elles nécessitent

des alimentations basse tension et peuvent être  
arrangées en réseau de quelques cm de dimension.

Les dispositifs CCD pour l'UV sont des  
composants à base de silicium cristallin qui  
5 nécessitent également un traitement très particulier.  
Ce sont des détecteurs multicanaux qui sont très  
sensibles et présentent un rapport signal sur bruit  
élevé, en particulier s'ils travaillent à basse  
température. Les électrons photogénérés sont collectés  
10 dans une matrice de pixels et sont ensuite lus en  
séquence. Il est ainsi possible de reconstruire une  
image bi-dimensionnelle. Il y a au moins trois  
désavantages majeurs à la détection UV par des  
dispositifs CCD, à savoir le coût, l'impossibilité  
15 d'obtenir des matrices CCD bi-dimensionnelles de  
grandes dimensions et la nécessité de filtrer la  
lumière visible ou d'autres radiations lorsque les UV à  
détecter doivent l'être sur un fond de lumière visible  
ou d'autres radiations.

20 L'invention décrite dans le brevet [2] vise à  
résoudre le problème du filtrage des radiations  
visibles et infrarouge, de la consommation électrique,  
de la grande intégration et de plus pour un coût  
moindre.

25 L'invention décrite permet l'optimisation de  
l'épaisseur et du coefficient d'absorption de couche de  
conducteurs amorphes constituant la jonction, ainsi que  
la forme géométrique d'une grille métallique servant  
d'électrode frontale. En plus d'accroître l'efficacité  
30 pour qu'elle soit maximale dans l'UV, l'invention  
permet le réglage de la bande de fonctionnement du

détecteur pour la rendre capable de détecter des UV proches ou lointains en fonction de l'application. Il a déjà été démontré qu'en agissant sur les paramètres de dépôt et sur la concentration des impuretés dans l'alliage silicium, l'absorption peut être optimisée pour le visible ou l'infrarouge. Les paramètres physiques à optimiser sont le profil d'absorption, et l'épaisseur du détecteur. Cette optimisation peut être obtenue par le contrôle des paramètres de ~~déposition~~ dépôt, c'est à dire notamment la durée de dépôt et le pourcentage de carbone dans l'alliage.

L'optimisation et la reproductibilité de l'épaisseur des couches sont rendues possibles par le contrôle de la décharge radio fréquence (glow discharge) du dépôt. Le coefficient d'absorption que permet le silicium amorphe hydrogéné, dépend lui des propriétés fondamentales du matériau, telles que la largeur de la bande interdite du semiconducteur et la densité d'états dans la bande. Ceux-ci à leur tour dépendent des paramètres de croissance de la couche d'une manière très compliquée. Une manière simple et reproductible pour faire varier le profil du coefficient d'absorption en fonction de la longueur d'onde est de former des alliages silicium/carbone ou silicium/germanium ayant des pourcentages connus. Ceci est obtenu par l'introduction dans la chambre de dépôt d'un flux contrôlé respectivement de gaz méthane ou de germane. L'alliage de carbone/silicium obtenu est un semiconducteur amorphe ayant une bande interdite de plus grande énergie que le silicium amorphe, ce qui



pénalise l'absorption du visible et de l'infrarouge par rapport à l'UV.

Cependant l'alliage a-SiC obtenu ne doit pas contenir un pourcentage trop élevé de carbone par rapport au silicium parce que ses propriétés électroniques en pâtiraient".

En liaison avec les figures 1a et 1b de ce brevet [2], le mode général de réalisation de l'invention du brevet [2] est décrit.

10 La figure 1a représente une vue de dessus d'un capteur tel que décrit dans [2] et la figure 1b représente une section transversale dudit capteur.

Le capteur comprend de bas en haut, tel que représenté sur la figure 1b, un substrat 6 par exemple en verre mais, de préférence en quartz de façon à 15 laisser passer les ultra violets. Il comporte ensuite un conducteur transparent 4, et une couche en silicium amorphe hydrogéné dopée  $n^+$ . Le matériau sensible est constitué par deux sous-couches de silicium carboné 20 amorphe hydrogéné (a-SiC : H) l'une dopée  $n^-$  et l'autre dopée  $p^-$ , enfin, une couche  $p^+$  en silicium carboné hydrogéné amorphe 2, recouvert par une grille conductrice 5. Il est indiqué qu'il est préférable de travailler à polarisation nulle entre les électrodes 4 25 et 5.

La difficulté consiste à conserver les performances électrooptiques sous éclairement car le matériau amorphe a tendance à se dégrader sous éclairement UV. De plus, le rendement quantique externe 30 (capacité à convertir les photons en charges électriques) est faible par la nature du matériau.

Dans le cas des diodes à base de silicium cristallin, la croissance est réalisée à très haute température (supérieure à 400°C), ce qui la rend incompatible avec le dépôt direct sur circuit de lecture CMOS sur substrat Si.

#### BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

La présente invention vise à permettre la réalisation d'un imageur UV sur un circuit par exemple CMOS par le fait que la couche sensible peut être déposée à température plus basse, par exemple de l'ordre de 300°C ou moins.

La présente invention a pour objet un capteur de lumière en particulier pour le domaine des longueurs d'onde UV, éventuellement arrangé en ensemble de capteurs constituant ensemble un imageur, chaque capteur présentant, outre les avantages des systèmes modulaires :

une réponse temporelle améliorée, c'est-à-dire un photocourant suivant au plus près les variations d'éclairement même lorsque ces variations sont rapides,

une faible rémanence, ce qui autorise la production d'images successives avec une grande fréquence de répétition,

une meilleure tenue au vieillissement, et une résistance accrue aux forts éclaircissements.

De plus, les imageurs réalisés avec ces capteurs s'accommodent d'une grande intégration, c'est à dire d'un grand nombre de pixels par unité de surface.

L'invention propose en particulier d'augmenter fortement la sensibilité pour les longueurs d'onde comprises entre 10 et 400 nm, tout en réduisant la sensibilité parasite vers 700 nm.

5           Enfin, avec un imageur selon l'invention, il est possible d'utiliser une plus grande gamme de circuits de lecture, incluant en particulier des circuits de lecture à commutation de polarisation entre chaque lecture. Cette possibilité devient ouverte en  
10   raison de la grande dynamique temporelle du matériau photosensible.

A toutes ces fins, l'invention est relative à un capteur ou un ensemble de capteurs pour rayonnement ultra violet, chaque capteur délivrant un signal  
15   correspondant à un pixel de l'image, et ayant,

          une brique de détection ayant une zone de détection comportant un matériau photosensible,

          une brique d'adressage et éventuellement de traitement de signaux en provenance des capteurs et,

20           une brique d'interconnexion située entre la brique de détection et la brique d'adressage

          caractérisé en ce que le matériau photosensible de la brique de détection contient du silicium polymorphe ayant une épaisseur inférieure à 0,4  $\mu\text{m}$  et  
25   de préférence comprise entre 0,01 et 0,05  $\mu\text{m}$ .

          La sélectivité de la bande de fréquence sensible pourra être déterminée par le choix d'une température comprise entre 150°C et 250°C, une pression comprise entre 1300 et 1800 mTorr.

30           Le silicium polymorphe présente une faible densité d'états en milieu de bande interdite et un

produit mobilité des porteurs par durée de vie desdits porteurs élevé. De ce fait, la dynamique temporelle, c'est à dire la capacité d'un détecteur ainsi réalisé à suivre les variations temporelles d'un éclairement, est  
5 améliorée aux grandes vitesses de variation d'éclairement ou de polarisation électrique. La rémanence est diminuée et donc il devient possible de réaliser des images successives avec une grande fréquence de répétition. De plus il a été constaté que  
10 les performances d'un imageur réalisé avec une structure selon l'invention présentait une meilleure stabilité dans le temps, notamment sous forts éclairagements.

#### BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

15 L'invention sera maintenant décrite à l'aide des dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1a, déjà décrite, montre une vue de dessus d'une structure d'un photodétecteur selon l'art antérieur ;

20 - la figure 1b, déjà décrite, montre une coupe transversale dudit photodétecteur de l'art antérieur ;

- la figure 2 est une représentation schématique de la structure d'un silicium polymorphe ;

25 - les figures 3 à 5 montrent différentes façons de caractériser un silicium polymorphe ;

- la figure 3 représente le spectre d'exodiffusion du silicium polymorphe ;

- la figure 4 représente des courbes du spectre d'absorption infrarouge ;

30 - les figures 5A et 5B représentent respectivement une image microscopique électronique

haute résolution en transmission (HRTEM) d'un matériau polymorphe et sa transformée de Fourier spatiale ;

- la figure 6 représente un mode de réalisation de l'invention dans lequel le matériau photosensible  
5 est du silicium polymorphe ;

- la figure 7 représente une vue de dessus d'un détecteur selon l'invention dans lequel l'électrode supérieure est constituée de deux peignes à doigts interdigités ;

10 - la figure 8 représente des courbes de la valeur du produit  $\mu\tau$  de la mobilité par la durée de vie des porteurs, en fonction de la longueur d'onde, obtenu pour des structures métal-(pm-Si : H)-métal.

- la figure 9 représente des courbes du courant  
15 d'obscurité divisé par la valeur du photocourant en fonction de la puissance optique, d'une part, pour un silicium amorphe et, d'autre part, pour un silicium polymorphe.

La figure 10 représente dans un repère  
20 orthonormé des valeurs du courant de fuite pour différentes tailles de pixels

#### EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION.

Comme il a été expliqué plus haut, par rapport  
25 à l'art antérieur, l'invention consiste à remplacer un matériau amorphe constituant la couche active par du silicium polymorphe.

Il sera tout d'abord indiqué comment il est possible, à l'examen, de reconnaître un silicium  
30 polymorphe d'un silicium amorphe. La structure d'un silicium polymorphe est schématisée dans la figure 2.

Le silicium polymorphe comporte une matrice 100 dans laquelle des agrégats et nanocristaux 101, 102, etc. n, n étant supérieur à 102, représentés par des régions noires de forme et de grosseur variable sont  
5 incorporés. Des mesures de microscopie permettent de montrer que la matrice contenant les nanocristaux présente un ordre à moyenne distance, entre le deuxième et le sixième voisin atomique. La nanostructure du silicium polymorphe est aussi caractérisée notamment  
10 par l'absorption infrarouge et la microscopie électronique en transmission. Elle peut être aussi caractérisée par un spectre d'exodiffusion de l'hydrogène clairement distinct de celui du silicium amorphe.

15 Des différences que l'on peut observer entre du silicium amorphe et du silicium polymorphe sont données par exemple dans les figures 3 à 5.

La figure 3, représente le spectre d'exodiffusion du silicium polymorphe. Ce spectre est  
20 défini par des courbes représentant la pression partielle de l'hydrogène en millibars par rapport à la température du matériau en degrés C. La manière de réaliser ces spectres est bien connue dans l'art antérieur. Des explications permettant de comprendre  
25 grossièrement de quoi il s'agit sont données ci-après pour faciliter la compréhension. La pression partielle d'hydrogène sortant du matériau est mesurée en fonction de la température de recuit. L'hydrogène est lié au matériau selon différentes configurations atomiques qui  
30 présentent chacune une énergie de liaison différente. A chaque configuration de liaison correspond une courbe

de libération de l'hydrogène en fonction de la température, se présentant sous la forme d'une courbe en cloche présentant un pic. Le spectre du silicium amorphe a la forme représentée par la courbe a. Il ne présente qu'un pic entre 500 et 600°C, associé à l'hydrogène uniformément distribué dans la matrice amorphe. Les courbes b, c, d et e représentent respectivement des courbes de libération d'hydrogène correspondant chacune à une configuration spécifique de liaison de l'hydrogène. Lorsqu'on fait la mesure d'exodiffusion du silicium polymorphe, on obtient la courbe f qui correspond à la résultante des différentes configurations de liaison de l'hydrogène dans le matériau. La courbe f caractérise ainsi l'incorporation d'hydrogène à la surface d'agrégats et nanocristaux dans la matrice présentant un ordre à moyenne distance

Une autre manière de reconnaître du silicium polymorphe par rapport à du silicium amorphe sera maintenant décrite en relation avec la figure 4 qui représente le spectre d'absorption infrarouge dans la zone dont le nombre d'onde exprimée en  $\text{cm}^{-1}$  est compris entre 1900 et 2200. L'absorption, en unité arbitraire, est portée en ordonnée et le nombre d'onde est porté en abscisse. La courbe d représente le résultat expérimental d'une mesure d'absorption. Les courbes a, b, c représentent respectivement, les courbes obtenues par un calcul de déconvolution que l'on peut faire puisque les différentes pics élémentaires d'absorption sont connus. Cette déconvolution du spectre expérimental met en évidence pour le silicium polymorphe la présence d'un pic supplémentaire p entre

2030 et 2050  $\text{cm}^{-1}$ . Ce pic correspond à la courbe b. La position du pic dépend des conditions d'élaboration du silicium polymorphe.

Enfin, en figure 5a et 5b on a représenté un schéma d'une image haute résolution obtenue par microscopie électronique en transmission (HRTEM) du matériau polymorphe dans laquelle on peut distinguer des cristaux de quelques nanomètres de diamètre. Ces nanocristaux apparaissent sur la photo comme des régions dans lesquelles on distingue des lignes parallèles entre elles. Ces nanocristaux ont été représentés figure 5a par des régions à l'intérieur desquelles apparaissent des lignes pointillées parallèles entre elles. La transformée de Fourier spatiale de l'image de la zone amorphe permet de mettre en évidence un ordre à moyenne distance. Cette transformée est représentée figure 5b. L'ordre à moyenne distance se matérialise par la présence d'anneaux entourant un point commun. Pour du silicium amorphe on peut distinguer deux anneaux et éventuellement de façon très floue un troisième anneau. Pour du silicium polymorphe on arrive à distinguer 4 anneaux matérialisés figure 5b par la présence d'anneaux blancs et noirs. On pourra se reporter à ce sujet à l'article de référence [3] référencé en fin de description.

Un premier exemple de réalisation d'un ensemble de photodétecteurs selon l'invention sera maintenant décrit en référence à la figure 6.

Le photodétecteur comporte un substrat 10, par exemple un circuit de lecture de type CMOS, une brique



d'interconnexion 12', une brique de détection 50, et enfin une électrode 25. Un mode de réalisation de chacune de ces briques, ainsi que des variantes de réalisation seront maintenant décrits.

5            Dans le mode de réalisation décrit en relation avec la figure 6, le substrat 10 peut avoir toute configuration déjà connue de l'art antérieur. Ce substrat ne sera donc pas décrit.

10           Un mode de réalisation de la couche 12' formant la brique 12' d'interconnexion selon ce mode de réalisation de l'invention ainsi que des procédés de réalisation de cette brique au dessus du substrat 10 seront maintenant décrits.

15           Cette couche 12' comporte des plots conducteurs 5, 5' noyés dans une matière isolante comblant complètement des espaces latéraux 2, 3, 4, entre les plots 5, 5'.

20           Deux formes de réalisation des plots d'interconnexion ont été représentées en 5 et 5' figure 6. Ces plots sont formés au-dessus du substrat 10. Dans l'exemple représenté figure 6, les plots 5 et 5' sont cylindriques et de diamètres différents. Les plots pourraient également être cubiques ou coniques avec leur base la plus petite située par exemple du côté du  
25           substrat, ou avec des bases ayant des surfaces différentes, par exemple, hexagonales. Ces plots sont en nombre égal ou supérieur au nombre de pixels de l'imageur que l'on veut former. On peut se reporter à ce sujet au brevet de référence [4] dans lequel il est  
30           décrit, en liaison avec la figure 7 de ce brevet, un imageur dans lequel des liaisons d'interconnexion 56

assurent d'autres fonctions que des fonctions de  
raccordement d'une diode à un circuit d'adressage. Les  
plots 5, 5' du mode de réalisation de l'invention  
décrits en liaison avec la figure 6 annexée à la  
5 présente demande, sont formés en aluminium.

Les plots 5 peuvent aussi être transparents,  
mono ou multicouche, de tailles et de formes  
géométriques quelconques. Leur fonction est de  
transmettre le signal électrique induit par  
10 l'éclairement entre le substrat 10 et la couche  
photosensible, que cette couche soit incluse ou non  
dans une diode PIN ou NIP. Cela requiert notamment,  
dans le mode de réalisation ici décrit, une bonne  
adhérence mécanique entre un plot d'interconnexion 5 et  
15 des électrodes inférieure 64, 94 individuelles à chaque  
pixel dont il sera parlé plus loin.

Des méthodes pour former les plots  
d'interconnexion 5 sont bien connues dans le domaine de  
la microélectronique et de l'optoélectronique. Les  
20 plots 5 peuvent être réalisés, par exemple, en déposant  
une couche conductrice continue, en gravant des  
tranchées autour des plots, et en remplissant les  
tranchées avec un matériau isolant électriquement.

Naturellement la couche 12' peut aussi et de  
25 préférence être réalisée en déposant d'abord le  
matériau isolant puis en gravant des trous à  
l'emplacement des plots 5, 5'. Les trous sont alors  
remplis avec le ou les matériau(x) conducteurs  
constituant les plots 5, 5'.

30 Dans les deux procédés de réalisation qui  
viennent d'être décrits, on arrive à la forme

représentée par la couche 12' sur la figure 6, où de la matière isolante se trouve dans les espaces 2, 3, 4 entre plots 5, 5'. Un polissage mécano-chimique additionnel éventuel permet d'obtenir ensuite une surface plane.

La forme des plots 5 résulte pour partie de la géométrie de la gravure et pour partie du mode de gravure.

Il est également possible d'utiliser des techniques de lift off ou toute autre méthode connue pour obtenir ce genre de structure.

Les matériaux des plots 5 ou 5' sont généralement de type métallique, comme l'aluminium, le cuivre ou le tungstène, mais il est également possible d'utiliser d'autres matériaux conducteurs comme le titane, le nitrure de titane, un oxyde transparent conducteur, un matériau organique conducteur ou tout autre matériau assurant la conduction électrique sans dégrader l'adhérence mécanique entre le plot et l'électrode qui se trouve au-dessus. Une autre caractéristique importante des plots 5, 5' est de ne pas trop se dégrader dans le temps par oxydation ou électro-migration ou sous l'effet de la température ou des UV. Le plot 5 utilisé doit notamment supporter sans se dégrader la température d'élaboration des matériaux constituant la brique de détection 50 ;typiquement, le plot doit supporter une température maximale de 300°C pendant au moins une heure.

Il sera vu plus loin que le dépôt du matériau photosensible suppose que le substrat 10 muni de la couche 12' puisse être soumis à cette température

maximale pendant au moins une heure. La constante de diffusion du matériau constituant un plot 5 doit être suffisamment faible pour ne pas compromettre l'isolation de deux pixels adjacents à l'issue d'un  
5 recuit de 300°C pendant une heure. De même, les matériaux isolants utilisés dans les espaces 2, 3, 4, entre plots et dans des espaces 7, 8, 9 entre électrodes dont il sera parlé plus loin, doivent conserver leurs propriétés diélectriques à l'issue du  
10 même traitement. Ces matériaux seront choisis de préférence dans la famille des diélectriques utilisés en micro-électronique, par exemple, en oxyde de silicium ou nitrure de silicium, mais pas exclusivement.

15 Il est également possible au besoin d'utiliser pour la matière comblant les espaces latéraux entre plots et/ou entre électrodes un empilement de couches diélectriques afin de réaliser des miroirs de Bragg pour réfléchir la lumière vers le matériau polymorphe.  
20 Tout agencement composite de matériau, de forme ou géométrie quelconque pourra être utilisé à condition de satisfaire les exigences d'isolation électrique, de stabilité mécanique et de tenue dans le temps et en température.

25 Un mode de réalisation de la brique de détection 50 sera maintenant décrit.

Dans ce mode des électrodes 64, 94 individuelles à chaque pixel sont déposées au dessus d'une couche isolante déposée au dessus de la brique  
30 d'interconnexion 12' puis gravée au dessus des plots.

La forme des électrodes 64, 94 et leur procédé de réalisation seront maintenant décrits.

Il doit être compris que dans un même imageur, les électrodes peuvent avoir toutes la même forme mais  
5 pas nécessairement.

Les électrodes 94, 64 sont également obtenues par des procédés standards de la micro-électronique, comme par exemple le dépôt d'une couche diélectrique continue, la gravure de trous au dessus de plots 5, 5',  
10 cette gravure laissant subsister des espaces latéraux 7, 8 et 9 entre électrodes. On procède ensuite au dépôt de la ou des couches conductrices formant la matière des électrodes 64, 94. Une gravure de zones 22 de la couche conductrice entre électrodes 94, 64 permet une  
15 séparation des électrodes 94, 64 entre elles.

Ainsi de la matière isolante comble complètement les espaces 7, 8, 9 qui se trouvent en position latérale autour d'une partie inférieure des électrodes.

La matière isolante qui comble les régions 2, 3, 4 entre plots 5, 5', et 7, et 8 et 9 entre électrodes 94, 64 permet d'éviter les fuites de courant entre plots 5, 5' et a fortiori les courts-circuits. Les électrodes 94, 64 ont pour but d'assurer le contact  
25 électrique entre une région i 76 en silicium polymorphe et les plots 5, 5'.

Les électrodes pourront aussi et de préférence être constituées à partir d'un empilement de couches comportant notamment comme représenté figure 6 entre la  
30 couche 76 et l'électrode 64, 94 une couche 23 en TiN ou Ti jouant le rôle de barrière de diffusion. L'électrode

94 ou 64 pourra également se terminer par une couche de silicium dopé, éventuellement polymorphe, ou une couche superficielle d'alliage  $\text{Si}_{1-x-y}\text{Ge}_x\text{C}_y$  ( $x$  compris entre 0 et 1 ;  $y$  compris entre 0 et 1) dopé de type n ou p ou  
5 par une couche de semi-conducteur dopé par des ions par exemple métalliques mais pas exclusivement. Les électrodes 94 et 64 pourront aussi être encapsulées par une couche de conducteurs organiques comme par exemple un polymère organique.

10 Les matériaux constituant les électrodes 94 et 64 sont choisis parmi les matériaux conducteurs, à condition de satisfaire aux exigences de tenue mécanique, chimique, thermique et de stabilité dans le  
15 bilan thermique global du procédé de fabrication du dispositif. Les matériaux constituant les électrodes 64, 94 seront choisis notamment parmi l'aluminium, le cuivre, le tungstène, le titane, le nitrure de titane, un semi-conducteur dopé compatible avec les matériaux  
20 voisins, un conducteur organique, un oxyde conducteur, ou tout empilement ou agencement composite de tels matériaux.

La région 76, qui sera maintenant décrite, est la partie active de l'élément photosensible  
25 élémentaire, elle comporte au moins une région en silicium polymorphe. La région 76 est, par exemple, dans le cas où les diodes détectrices sont des diodes PIN ou NIP une zone i.

La région 76 comporte préférentiellement une  
30 couche polymorphe non intentionnellement dopée avoisinant une région comportant du silicium et

éventuellement un dopant et éventuellement du carbone. La région 76 pourra par exemple contenir une zone de gain, (on peut se reporter à ce sujet à l'article de référence [5]) des zones dopées de nature et de géométrie diverses, ou tout agencement utile de matériau et de géométrie, à condition de contenir au minimum une région comportant du silicium polymorphe

Dans le mode préféré de réalisation, représenté sur la figure 6, des couches 78, 79 en silicium sont présentes au sommet de la couche 76 immédiatement au dessous d'une couche 25 formant électrode dont il sera parlé plus loin.

La couche 79 constitue la zone p de la diode grâce à un dopage de silicium par le bore. La couche 78 peut avantageusement contenir du carbone. On améliore ainsi la qualité du contact.

De préférence la couche sensible i 76 en matériau polymorphe aura une épaisseur inférieure à  $0,4\mu\text{m}$  et de préférence voisine de  $0.05\mu\text{m}$ .

Le dépôt de la couche 76 en silicium polymorphe sera maintenant décrit.

Le silicium polymorphe est obtenu par des procédés PECVD (plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) à basse température entre  $100$  et  $400^{\circ}\text{C}$ , à partir de la dissociation du silane pur ou mélangé à d'autres gaz ( $\text{He}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{Ar}$ ), dans des conditions proches de la formation de poudre. En général le silicium polymorphe est obtenu en ajustant les paramètres technologiques du plasma à partir duquel la déposition est faite : pression, dilution et puissance de la radio fréquence, qui aboutissent à la formation d'agréats et

nanocristaux dans le plasma. On pourra se reporter à ce sujet à l'article de référence [3]. Le matériau polymorphe est donc formé à partir de l'incorporation des agrégats et nanocristaux qui confèrent au silicium polymorphe ses propriétés spécifiques, particulièrement adaptées à la détection. En effet, malgré la micro-structure, la présence d'agrégats et nanocristaux induit une faible densité d'état de défauts et un fort produit mu tau (mobilité des porteurs par durée de vie des porteurs) typiquement 100 fois plus grand que dans le silicium amorphe.

La figure 8 représente, en fonction de la longueur d'onde, le produit mu tau obtenu sur des structures métal-(pm-Si : H)-métal. La courbe 1 est la réponse d'un échantillon épais de matériau polymorphe (de l'ordre de  $1,5 \mu\text{m}$ ) qui présente une faible sélectivité (environ 10). Afin d'augmenter ce rapport de sélectivité UV par rapport au visible, l'épaisseur de la couche polymorphe a été diminuée. La courbe 2 montre la réponse d'une couche mince de polymorphe, de l'ordre de  $200 \text{ \AA}$ . Cette courbe montre un produit mu tau sensiblement constant entre 250 et 500 nanomètres de longueur d'onde. La sélectivité en longueur d'onde de cette couche sera donc faible. La courbe 3 est la réponse d'une couche mince de silicium polymorphe d'épaisseur identique à celle de la courbe 2 mais qui se différencie de cette dernière par les conditions de dépôt. Cette courbe montre une décroissance forte du produit mu tau lorsqu'on passe des longueurs d'onde de 200 nanomètres à 400 nanomètres, ce qui permet d'obtenir une sélectivité entre les différentes



longueurs d'onde favorisant les longueurs d'onde de l'ultra violet. On obtient une sélectivité de l'ordre de 38000.

L'électrode supérieure peut aussi, comme dans  
5 le document de référence [2], avoir la forme d'une grille métallique.

Elle peut aussi, comme représenté figure 9, se présenter sous la forme de deux peignes 27, 28 dont les dents 27', 28' respectivement sont interdigités. Les  
10 deux peignes sont isolés l'un de l'autre en sorte qu'ils peuvent être portés à des potentiels différents. Enfin, l'électrode 25 peut aussi se présenter sous la forme d'une couche mince d'argent. L'article de référence [6], et notamment sa figure 3, montre des  
15 réponses spectrales différentes en fonction de l'épaisseur de la couche d'argent constituant une électrode supérieure. La couche d'argent permet d'obtenir un pic pour les longueurs d'onde autour de 320 nanomètres, la largeur de bande à partir de ce pic  
20 allant en diminuant lorsque l'épaisseur de la couche d'argent varie par exemple entre 10 nanomètres et 130 nanomètres.

La région d'électrode 25 a pour but, comme dans l'art antérieur, de constituer une électrode pour  
25 collecter les charges, tout en laissant passer la lumière afin qu'elle atteigne la région 76. Elle sera par exemple réalisée en ITO (oxyde d'indium et d'étain) ou en ZnO :Al ou à base de tout oxyde transparent conducteur ou autre matériau transparent et  
30 conducteur, incluant les polymères organiques

conducteurs, ainsi que toutes grille métallique partiellement transparente

Elle peut aussi, comme indiqué plus haut, être réalisée par une couche métallique éventuellement  
5 discontinue par exemple en Ag.

Il convient de préciser que dans le mode de réalisation de la brique de détection 50 qui vient d'être décrit, il est formé une diode PIN par pixel. L'un des contacts de la diode PIN est constitué par la  
10 surface supérieure du plot 5, 5'. Les électrodes 64, 94 peuvent être réalisées dans un semi conducteur dopé n par exemple dans du silicium carboné hydrogéné amorphe a-SiC : H dopé à l'arsenic. La couche intrinsèque est formée par du silicium hydrogéné pm-Si :H. La couche p  
15 79 est de nouveau en silicium amorphe hydrogéné a-Si' :H dopé au bore et éventuellement au carbone.

Des variantes de réalisation de la brique de détection 50 seront maintenant décrites. Ces variantes concernent de façon indépendante l'une de l'autre des  
20 variations sur la couche 76 et sur l'électrode 25.

Au lieu d'être dans l'ordre n-i-p comme décrit ci-dessus l'empilement de couches formant chacune des diodes au dessus des plots 5, 5' peut aussi être p-i-n

Il n'est pas obligatoire d'avoir des électrodes  
25 64, 94 au dessus de chaque plot 5, 5'. Une barrière peut être obtenue en déposant directement une couche intrinsèque i, non intentionnellement dopée, directement au dessus de la brique d'interconnexion 12'. Dans ce cas au moins la couche supérieure des  
30 plots 5, 5' sera un métal, par exemple du platine, du

tungstène ou du palladium. Une couche n ou une couche p pourra se trouver au dessus de la couche i.

L'empilement de couches au dessus des plots 5,5' peut aussi comprendre une couche p ou une couche n, puis la couche i, cette couche i se trouvant directement au contact de l'électrode 25, qui dans ce cas est métallique par exemple du platine, du tungstène ou du palladium.

Dans tous les cas qui viennent d'être décrits ci-dessus la couche i ou au moins une sous couche de cette couche i est en silicium polymorphe.

De façon surprenante, il a été constaté que l'utilisation de silicium polymorphe comme matériau sensible conduisait à des imageurs présentant une rémanence diminuée et une sensibilité très élevée.

La figure 9 met en évidence le gain en performance obtenu sur un dispositif selon l'invention. Cette figure représente deux courbes a et b. Chacune des courbes représente le courant d'obscurité subsistant 0,2 secondes après l'interruption de l'incidence d'une lumière dont la puissance optique est portée en abscisse. La courbe a représente ce courant d'obscurité pour un silicium amorphe hydrogéné, et la courbe b montre ce même courant pour une couche utilisant un silicium polymorphe selon l'invention. On constate que la fraction de courant à l'obscurité après extinction de la lumière est sensiblement plus faible avec le silicium polymorphe qu'avec le silicium amorphe. Il s'ensuit que les effets de rémanence d'image obtenus avec un imageur selon l'invention sont

sensiblement réduits en utilisant un pixel à base de matériau polymorphe.

Il a été constaté de plus que le matériau polymorphe permet d'augmenter notablement la stabilité  
5 dans le temps des imageurs notamment sous éclairément. Le matériau polymorphe permet d'atteindre des courants de fuite à l'obscurité de l'ordre de  $10^{-11}$  pA/cm<sup>2</sup>, avec une excellente réponse spectrale. Les rendements quantiques externes mesurés atteignent plus de 30 % au  
10 voisinage de longueur d'onde incidente de 300 nm, et la largeur de bande interdite du silicium polymorphe est plus élevée que celle du silicium amorphe, donc le photocourant obtenu au voisinage de 700 nm, c'est-à-dire dans le rouge et le proche infrarouge est  
15 plus faible, ce qui présente l'avantage de ne plus avoir besoin de filtres colorés, éliminant le rayonnement parasite infrarouge, par rapport aux technologies CMOS en silicium cristallin.

L'avantage du faible courant de fuite à  
20 l'obscurité est conservé quel que soit la taille du pixel. Les mesures faites par la demanderesse et représentées sur le graphe de la figure 10 montrent que avec du silicium polymorphe, les points représentant le courant de fuite à l'obscurité par rapport à la taille  
25 du pixel ont sensiblement la même ordonnée : la diminution de la taille du pixel influe peu sur son courant de fuite à l'obscurité.

## Liste des documents cités

- [1] Article de M. Razeghi et A. Rogalski intitulé "DéTECTEURS ultraviolet à semi conducteurs"; Applied Physics Reviews; 15 mai 1996; pages 7433 à 7473.
- 5 [2] Brevet US 5,682,037
- [3] Article du "Journal of Non crystalline solid 299-302 (2002) pages 284 289 de A. Fontcuberta et al.
- [4] US 6,018,187
- 10 [5] Article du "Journal of applied physics, Volume 87, number 4 de R. Vanderhaghen et al, Pages 1874-1881 intitulé "l'origine du gain de courant sous illumination dans les structures n-i-p-i-n en silicium amorphe.
- 15 [6] Article de Marko Topic et al - Applied physics letter - Volume 78 - numéro 16, p. 2387-2389

## REVENDICATIONS

1. Capteur unique ou ensemble de capteurs formant un imageur, chaque capteur délivrant un signal  
5 correspondant à un pixel de l'image, et ayant,

une brique de détection ayant une zone de détection comportant un matériau photosensible,

une brique d'adressage et éventuellement de traitement de signaux provenant du ou des capteurs, et,

10 une brique d'interconnexion située entre la brique de détection et la brique d'adressage,

caractérisée en ce que le matériau photosensible de la brique de détection contient une couche en silicium polymorphe d'épaisseur inférieure à  
15 4000 Ångstroms.

2. Capteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la brique d'interconnexion est constituée par des plots conducteurs 5, 5' noyés dans de l'isolant 1, 2, 3.

20 3. Ensemble de capteurs constitué en imageur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les plots d'interconnexion 5, 5' sont en aluminium ou en cuivre ou en tungstène.

4. Ensemble de capteurs selon l'une des  
25 revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que le matériau isolant noyant les plots est constitué par un empilement de couches diélectriques formant des miroirs de Bragg.

5. Ensemble de capteurs constitué en imageur  
30 selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que des électrodes 64, 94 sont formées au-dessus de

## REVENDICATIONS

1. Capteur unique ou ensemble de capteurs formant un imageur, chaque capteur délivrant un signal  
5 correspondant à un pixel de l'image, et ayant,  
une brique de détection ayant une zone de détection comportant un matériau photosensible,  
une brique d'adressage et éventuellement de traitement de signaux provenant du ou des capteurs, et,  
10 une brique d'interconnexion située entre la brique de détection et la brique d'adressage,  
caractérisée en ce que le matériau photosensible de la brique de détection contient une couche en silicium polymorphe d'épaisseur inférieure à  
15 4000 Ångströms.
2. Capteur ou ensemble de capteurs selon la revendication 1, caractérisé en ce que la brique d'interconnexion est constituée par des plots conducteurs 5, 5' noyés dans de l'isolant 1, 2, 3.
- 20 3. Ensemble de capteurs constitué en imageur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les plots d'interconnexion 5, 5' sont en aluminium ou en cuivre ou en tungstène.
- 25 4. Ensemble de capteurs selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que le matériau isolant noyant les plots est constitué par un empilement de couches diélectriques formant des miroirs de Bragg.
- 30 5. Ensemble de capteurs constitué en imageur selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que des électrodes 64, 94 sont formées au-dessus de

plots 5, 5', ces électrodes étant gravées dans une couche de matériau n ou p.

5 6. Ensemble de capteurs constitué en imageur selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'une partie inférieure de chaque électrode est noyée dans une couche d'isolant, une partie supérieure de cette électrode venant au-dessus de ladite couche d'isolant.

10 7. Ensemble de capteurs selon la revendication 6, caractérisé en ce que la couche d'isolant entourant une partie inférieure des électrodes est constituée d'un empilement de couches formant miroir de Bragg.

15 8. Ensemble de capteurs constitué en imageur selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que les électrodes (64, 94) sont en aluminium ou en cuivre, ou en tungstène, ou en titane, ou en nitrure de titane, ou en un semi-conducteur dopé, ou en un conducteur organique, ou en oxyde conducteur ou enfin encore en un empilement composite des matériaux cités ci-dessus.

20 9. Ensemble de capteurs selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que la couche de matériau polymorphe est placée au-dessus de la couche comportant l'isolant et les électrodes.

25 10. Ensemble de capteurs selon la revendication 9, caractérisé en ce que au moins l'une des électrodes contient un matériau dopé n.

11. Ensemble de capteurs selon la revendication 9, caractérisé en ce que au moins l'une des électrodes contient un matériau dopé p.

30 12. Ensemble de capteurs selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que la couche



plots 5, 5', ces électrodes étant gravées dans une couche de matériau n ou p.

5 6. Ensemble de capteurs constitué en imageur selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'une partie inférieure de chaque électrode est noyée dans une couche d'isolant, une partie supérieure de cette électrode venant au-dessus de ladite couche d'isolant.

10 7. Ensemble de capteurs selon la revendication 6, caractérisé en ce que la couche d'isolant entourant une partie inférieure des électrodes est constituée d'un empilement de couches formant miroir de Bragg.

15 8. Ensemble de capteurs constitué en imageur selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que les électrodes (64, 94) sont en aluminium ou en cuivre, ou en tungstène, ou en titane, ou en nitrure de titane, ou en un semi-conducteur dopé, ou en un conducteur organique, ou en oxyde conducteur ou enfin encore en un empilement composite des matériaux cités ci-dessus.

20 9. Ensemble de capteurs selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que la couche de silicium polymorphe(76) est placée au-dessus de la couche comportant l'isolant et les électrodes.

25 10. Ensemble de capteurs selon la revendication 9, caractérisé en ce que au moins l'une des électrodes contient un matériau dopé n.

11. Ensemble de capteurs selon la revendication 9, caractérisé en ce que au moins l'une des électrodes contient un matériau dopé p.

30 12. Ensemble de capteurs selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que la couche

en matériau polymorphe est une couche intrinsèque placée au-dessus des électrodes.

13. Ensemble de capteurs selon la revendication 12 en tant qu'elle dépend de la revendication 10, caractérisé en ce qu'une couche dopée p est placée au-dessus de la couche en silicium amorphe, réalisant ainsi une diode NIP.

14. Ensemble de capteurs selon la revendication 12 en tant qu'elle dépend de la revendication 11, caractérisé en ce qu'une couche dopée n est placée au-dessus de la couche en silicium amorphe intrinsèque réalisant ainsi une diode PIN.

15. Ensemble de capteurs selon la revendication 5, caractérisé en ce que les plots comportent une surface supérieure métallique, et en ce que la couche de matériau polymorphe est placée directement au contact des plots.

16. Ensemble de capteurs selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'une couche dopée n est placée au-dessus de la couche en silicium polymorphe.

17. Ensemble de capteur selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'une couche dopée p est placée au-dessus de la couche en silicium polymorphe.

18. Capteur selon l'une des revendications 1 à 17, caractérisé en ce qu'il comporte une électrode supérieure (25).

19. Ensemble de capteur selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'électrode est en oxyde transparent conducteur.

20. Ensemble de capteurs selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'électrode est réalisée dans

en silicium polymorphe est une couche intrinsèque placée au-dessus des électrodes.

13. Ensemble de capteurs selon la revendication 12 en tant qu'elle dépend de la revendication 10, caractérisé en ce qu'une couche dopée p est placée au-dessus de la couche en silicium polymorphe, réalisant ainsi une diode NIP.

14. Ensemble de capteurs selon la revendication 12 en tant qu'elle dépend de la revendication 11, caractérisé en ce qu'une couche dopée n est placée au-dessus de la couche en silicium polymorphe intrinsèque réalisant ainsi une diode PIN.

15. Ensemble de capteurs selon la revendication 5, caractérisé en ce que les plots comportent une surface supérieure métallique, et en ce que la couche de silicium polymorphe est placée directement au contact des plots.

16. Ensemble de capteurs selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'une couche dopée n est placée au-dessus de la couche en silicium polymorphe.

17. Ensemble de capteur selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'une couche dopée p est placée au-dessus de la couche en silicium polymorphe.

18. Capteur selon l'une des revendications 1 à 17, caractérisé en ce qu'il comporte une électrode supérieure (25).

19. Ensemble de capteur selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'électrode est en oxyde transparent conducteur.

20. Ensemble de capteurs selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'électrode est réalisée dans

une couche d'un métal partiellement transparent au rayonnement ultra violet.

21. Ensemble de capteurs selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'électrode supérieure est  
5 une grille métallique.

22. Ensemble de capteurs selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'électrode est formée par deux peignes ayant chacun des dents, les dents étant interdigitées.

10 23. Ensemble de capteurs selon l'une des revendications 1 à 22, caractérisé en ce que la couche photosensible en matériau polymorphe a une épaisseur comprise inférieure à 4000 Ångstroms.

15 24. Procédé de réalisation d'un ensemble de capteurs selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisé en ce que :

le procédé comprend une étape de dépose d'une couche en silicium polymorphe, cette couche venant au contact soit d'une partie supérieure métallique de  
20 plots conducteurs, soit d'électrodes dopées p ou dopées n, elles mêmes au contact d'un plot conducteur, cette étape de dépose de la couche en silicium polymorphe étant réalisée par un procédé PECVD (Placement Enhanced Chemical Vapor Deposition) et à une température  
25 comprise entre 150 et 250 °C et une pression de dépôt comprise entre 1300 et 1800mTorr.

une couche d'un métal partiellement transparent au rayonnement ultra violet.

21. Ensemble de capteurs selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'électrode supérieure est  
5 une grille métallique.

22. Ensemble de capteurs selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'électrode est formée par deux peignes ayant chacun des dents, les dents étant interdigitées.

10 23. Ensemble de capteurs selon l'une des revendications 1 à 22, caractérisé en ce que la couche photosensible en silicium polymorphe a une épaisseur comprise inférieure à 4000 Ångstroms.

15 24. Procédé de réalisation d'un ensemble de capteurs selon l'une des revendications 1 à 23, caractérisé en ce que :

le procédé comprend une étape de dépose d'une couche en silicium polymorphe, cette couche venant au contact soit d'une partie supérieure métallique de plots conducteurs, soit d'électrodes dopées p ou dopées  
20 n, elles mêmes au contact d'un plot conducteur, cette étape de dépose de la couche en silicium polymorphe étant réalisée par un procédé PECVD (Placement Enhanced Chemical Vapor Deposition) et à une température  
25 comprise entre 150 et 250 °C et une pression de dépôt comprise entre 1300 et 1800mTorr.

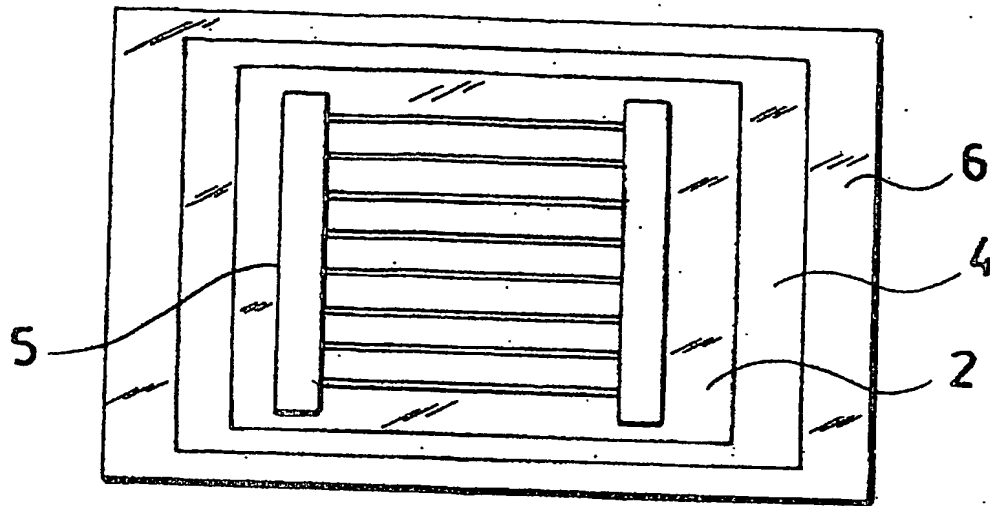


FIG.1a

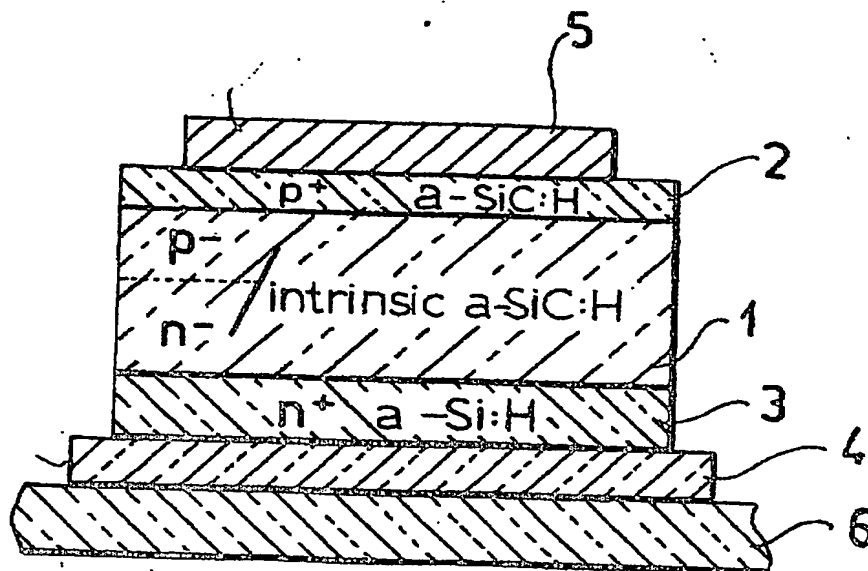
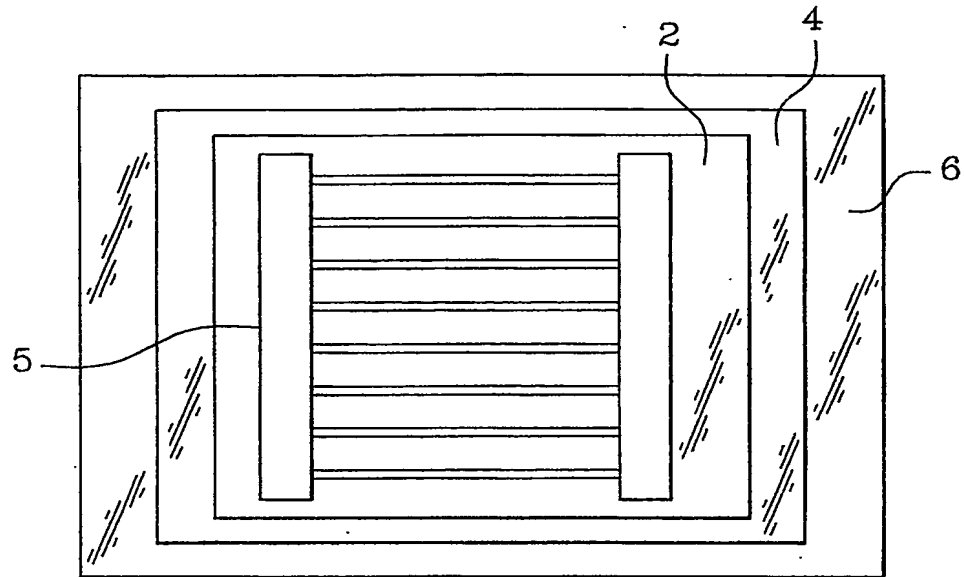
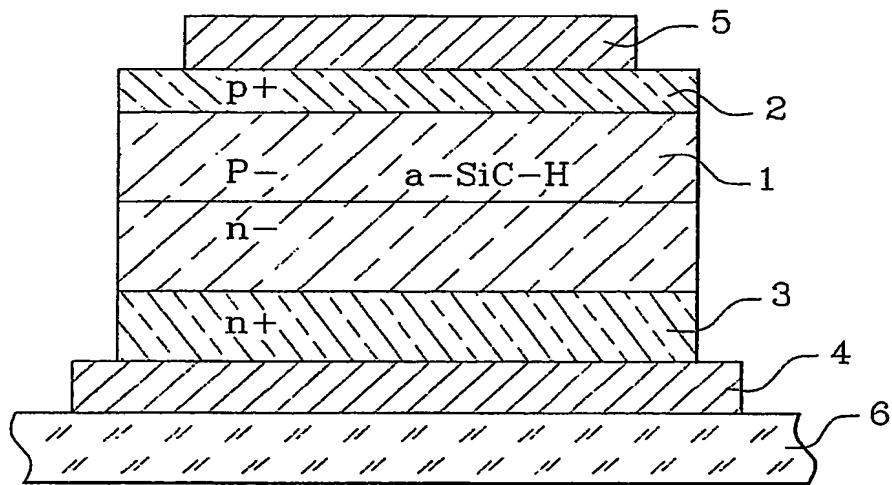


FIG.1b



**Fig. 1a**



**Fig. 1b**

2/5

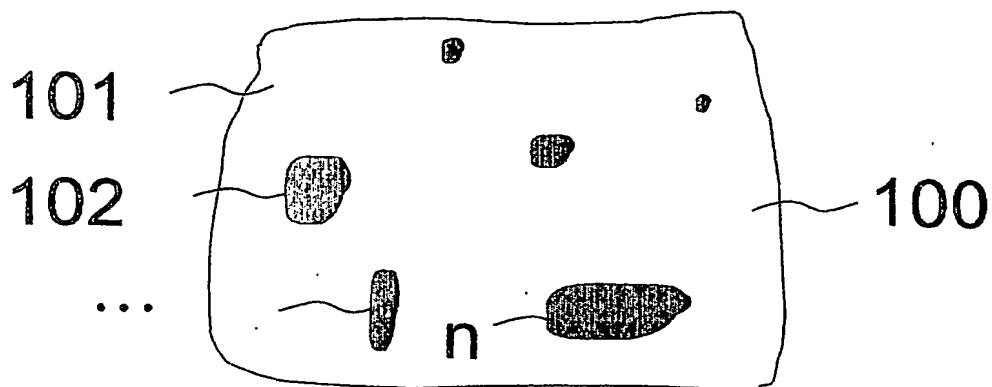


FIG 2

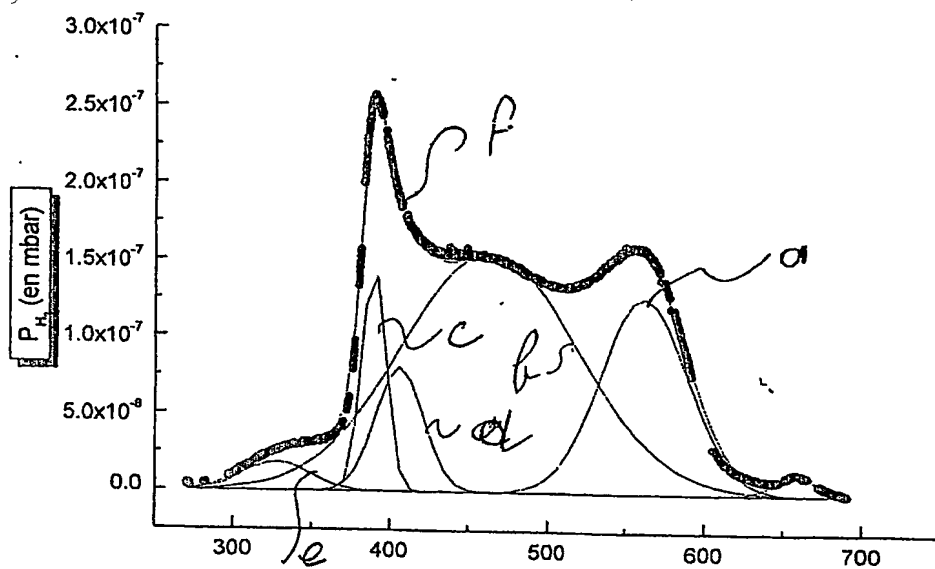
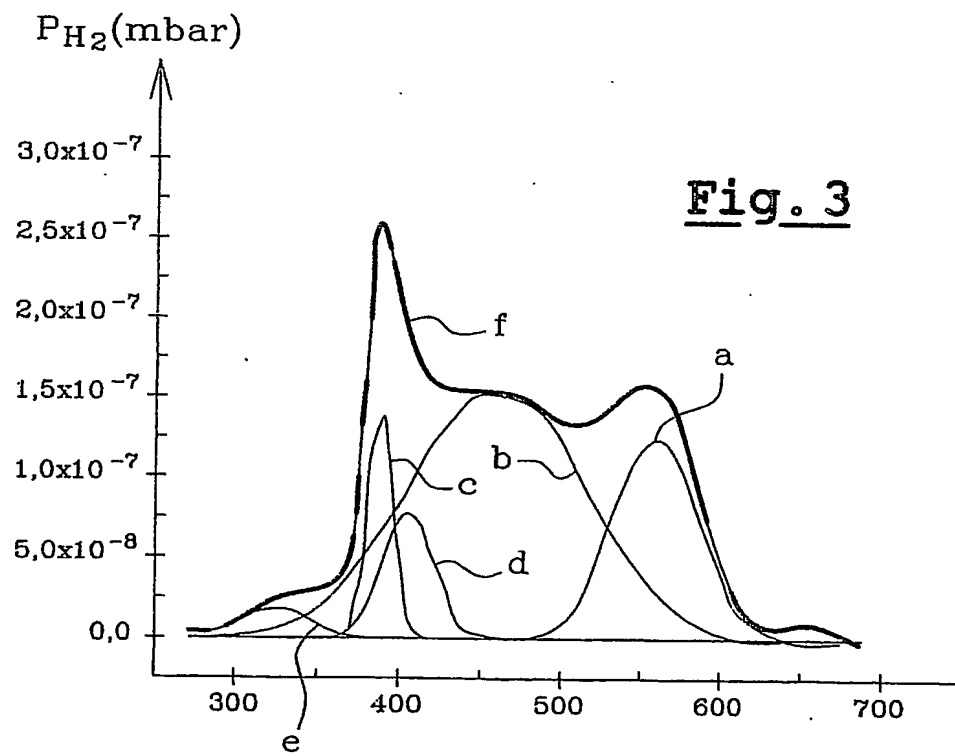
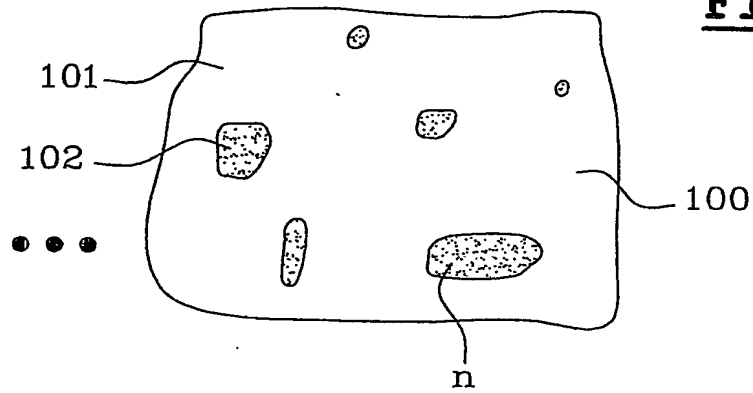


FIG. 3

R 11.174.3 - 00 7368



**Fig. 2**

3/5

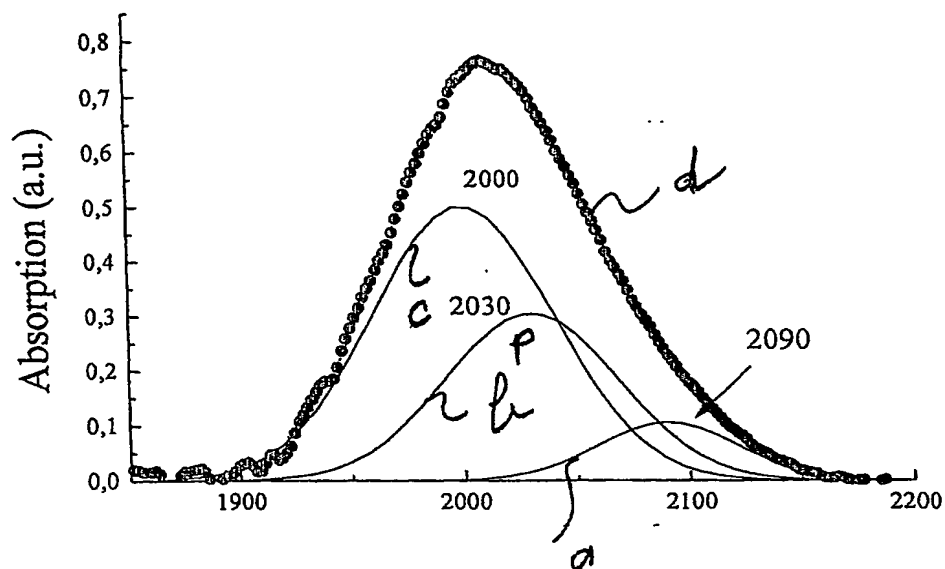
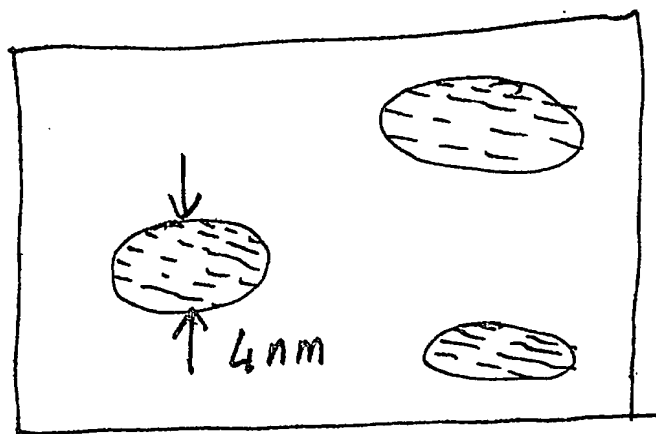
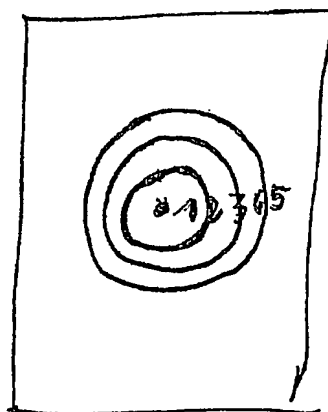


FIG 4



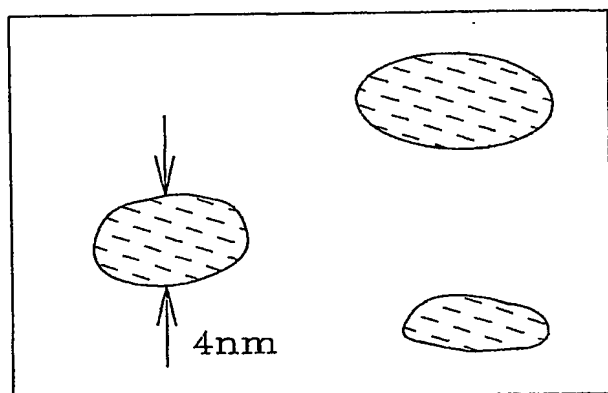
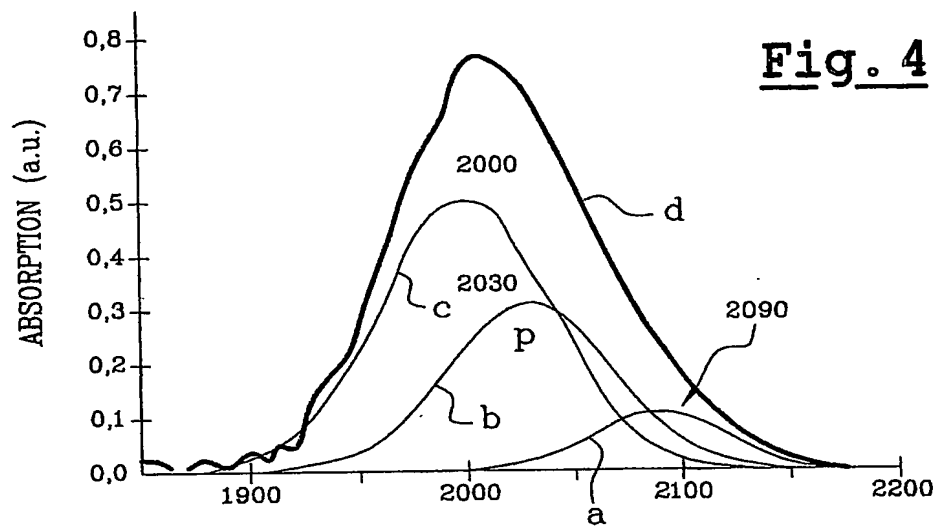
5A



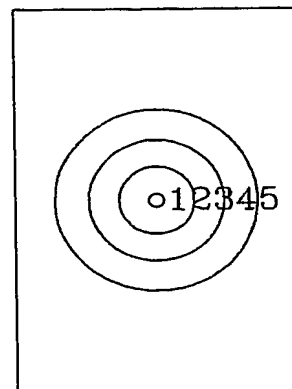
5B

Fig 5

B 14174.3 - DD 2368



**Fig. 5A**



**Fig. 5B**

4/6

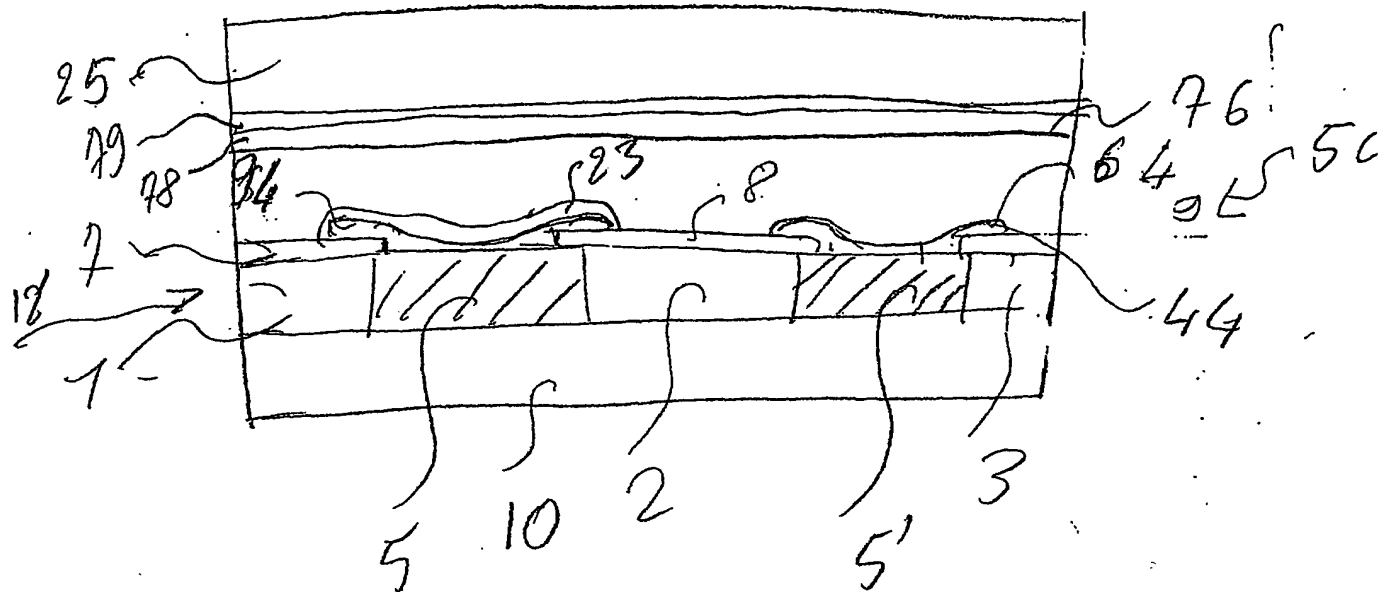


FIG 6

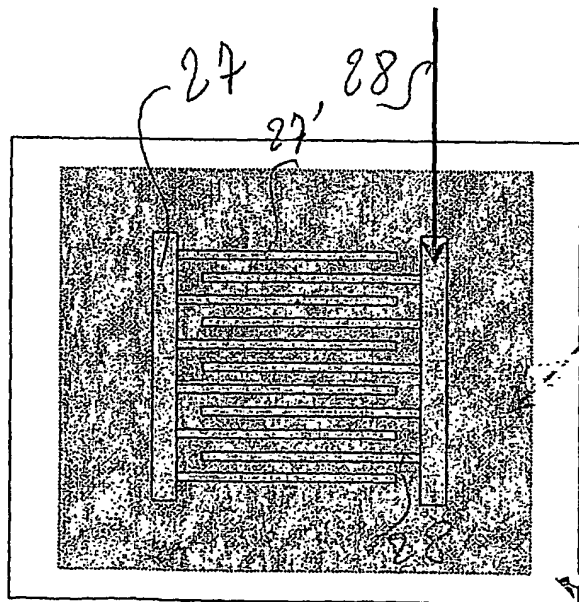
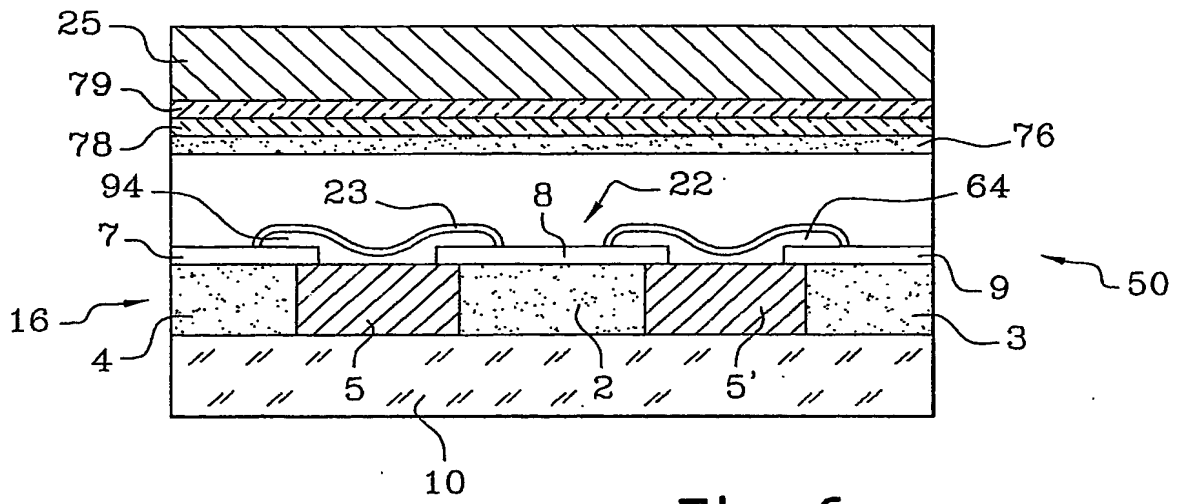
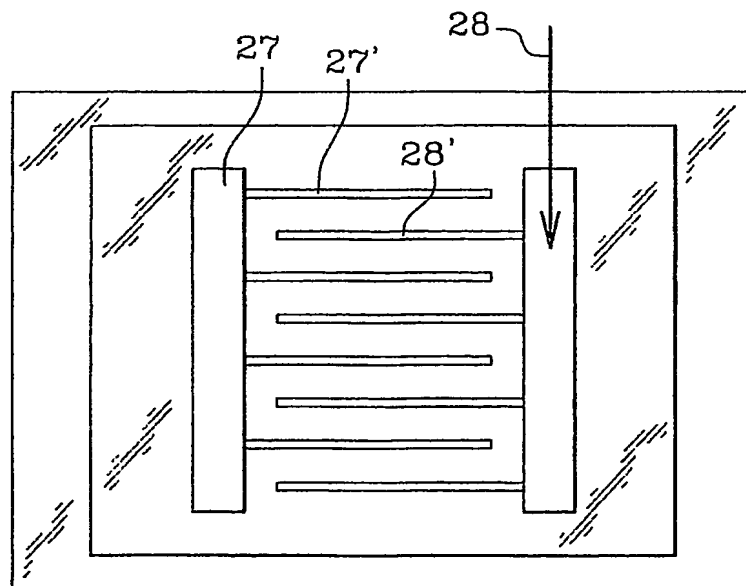


FIG 7

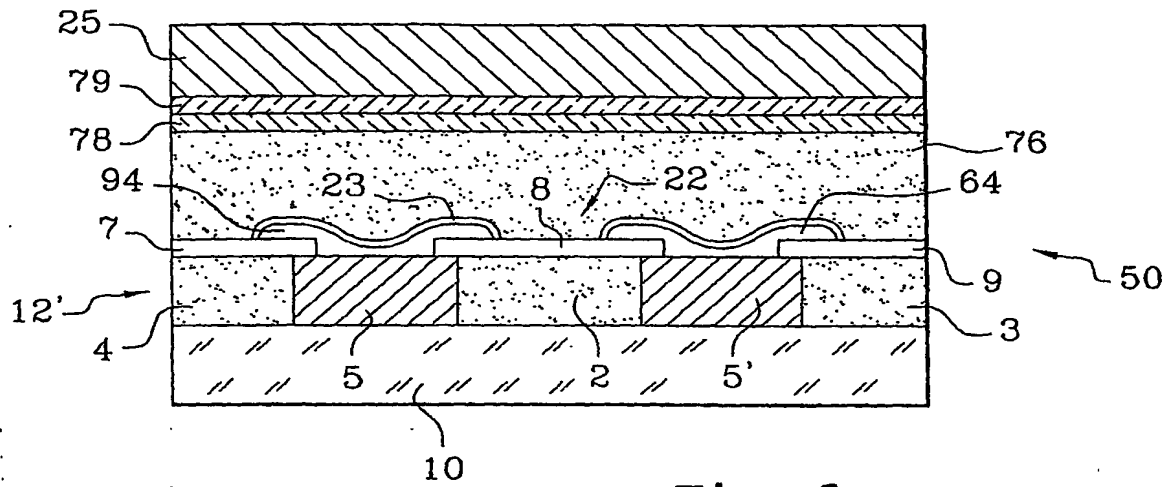


**Fig. 6**

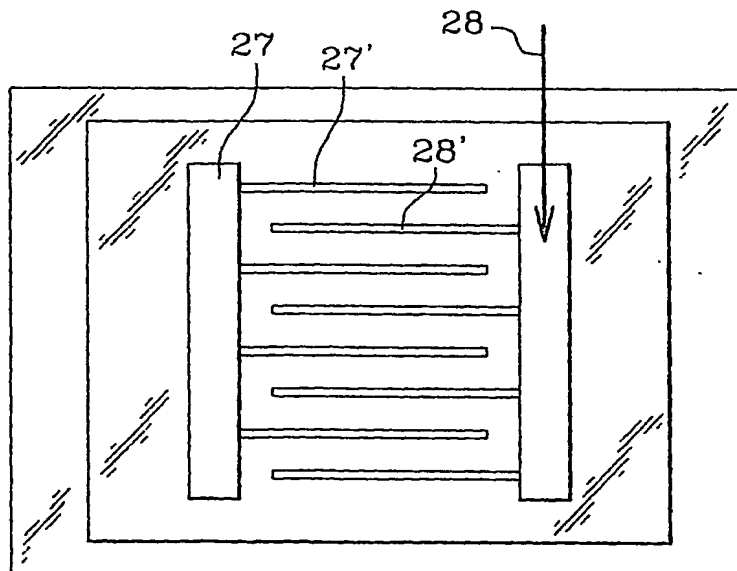


**Fig. 7**

4/6



**Fig. 6**



**Fig. 7**

5/6

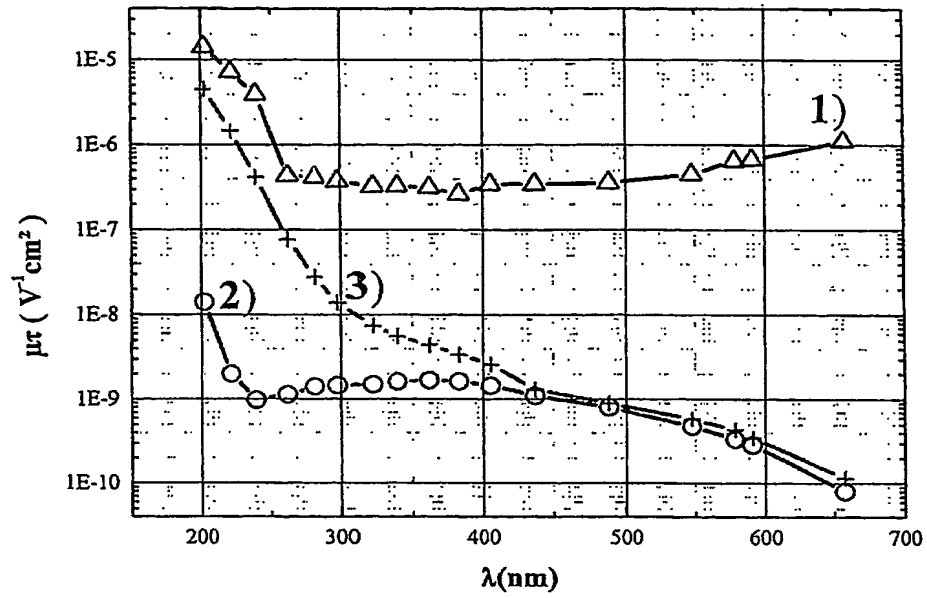
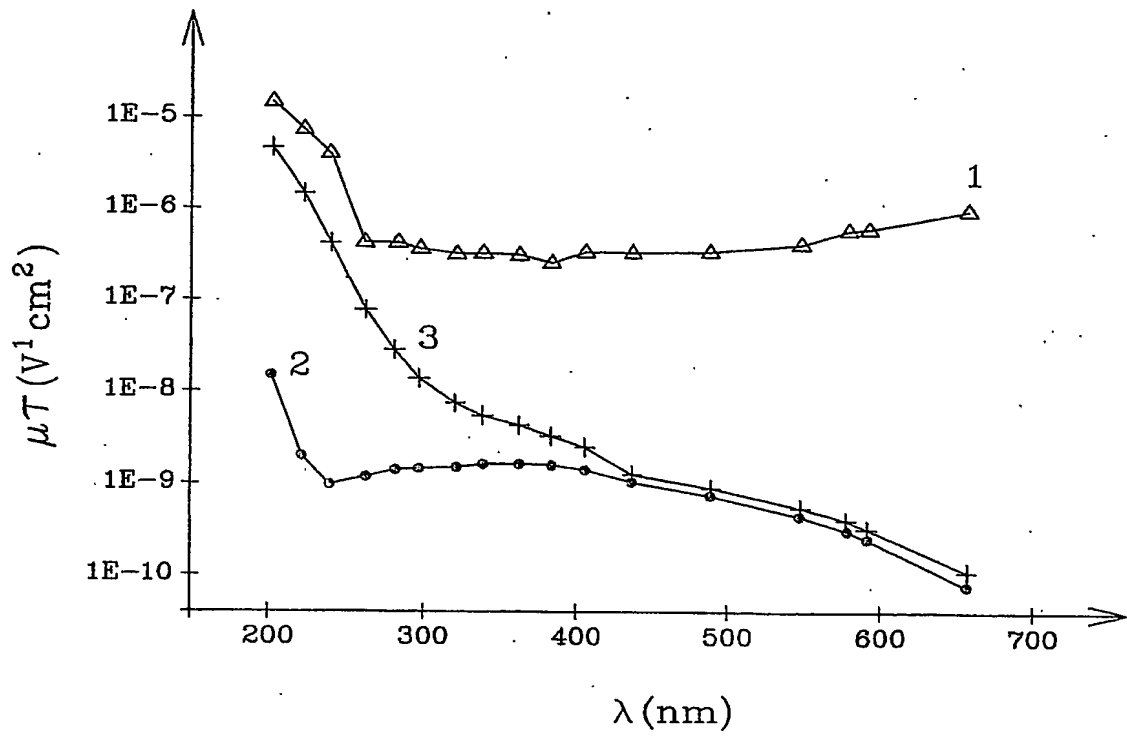


FIG 8

B 14 174. 3 - DD 7.368

Fig. 8



5/5

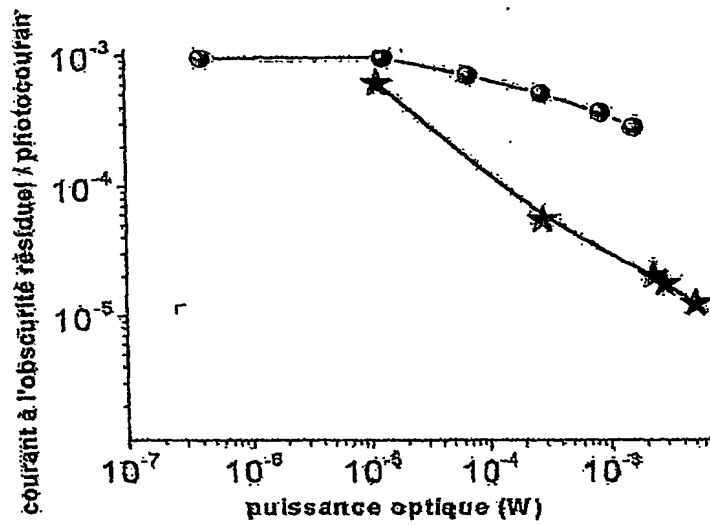


FIG 9

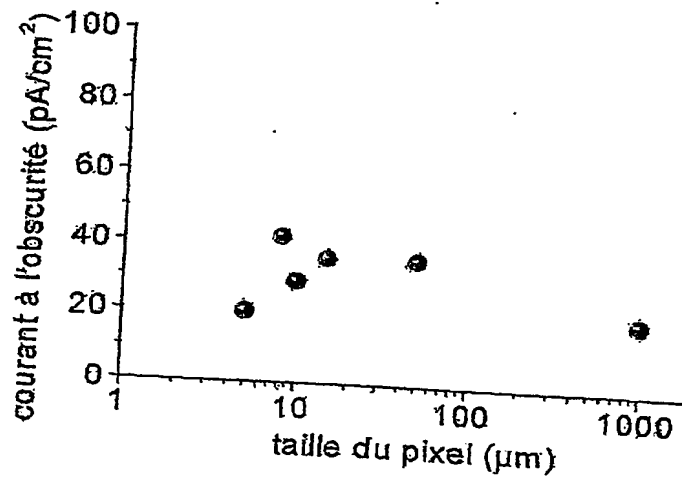
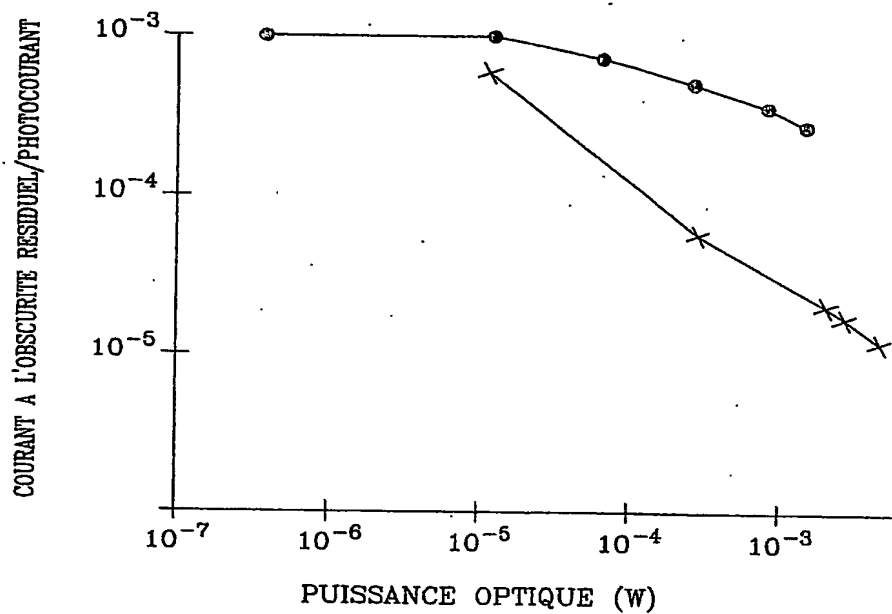
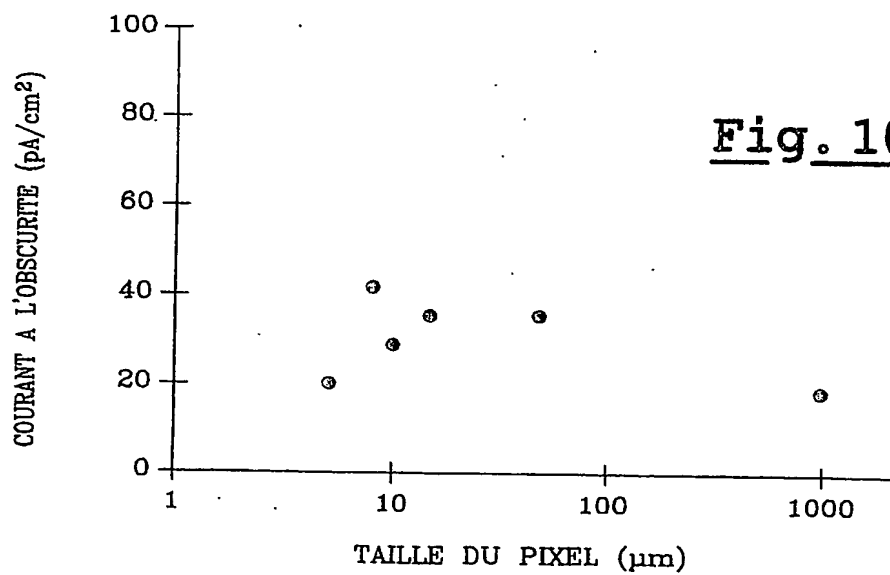


FIG 10

Fig. 9Fig. 10

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DR 113 W / 26089

<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif)		B14174.3/GB DD2368/CNRS	
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		02.07894 du 25.06.2002	
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) IMAGEUR POUR ULTRAVIOLET.			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b> COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE 31/33 rue de la Fédération 75752 PARIS 15ème CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE 3 rue Michel Ange 75794 PARIS CEDEX 16			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b> (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		GUEDJ	
Prénoms		Cyril	
Adresse	Rue	La Giraudière Rue de la Marjoéra	
	Code postal et ville	38760	VARCES ALLIERES et RISSET
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		ALVAREZ	
Prénoms		José	
Adresse	Rue	3, rue des Bernardins	
	Code postal et ville	75005	PARIS
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		ROCA i CABARROCAS	
Prénoms		Péré	
Adresse	Rue	LPICM Ecole Technique	
	Code postal et ville	91128	PALAISEAU Cedex
Société d'appartenance (facultatif)			
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire) PARIS LE 16 Septembre 2002 G. BRYKMAN 422-5/002			

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 2./2.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

09 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		B14174.3/GB DD2368/CNRS	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		02.07894 du 25.06.2002	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) IMAGEUR POUR ULTRA VIOLET.			
LE(S) DEMANDEUR(S) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE 31/33 rue de la Fédération 75752 PARIS 15ème CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE 3 rue Michel Ange 75794 PARIS CEDEX 16			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		KLEIDER	
Prénoms		Jean-Paul	
Adresse	Rue	32 rue de Gometz	
	Code postal et ville	91440	BURES SUR YVETTE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) PARIS LE 16 Septembre 2002 G. BRYKMAN 422-5/002			

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**